

DERWENT- 2002-445863
ACC-NO:

DERWENT- 200248
WEEK:

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Device for desulfurizing biogas using microorganisms comprises settling surface for microorganisms arranged between gas inlet and a gas outlet, and wetting unit for wetting the settling surface with a liquid containing microorganisms

PATENT-ASSIGNEE: LIPP GMBH[LIPPN]

PRIORITY-DATA: 2001DE-1012241 (March 5, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 20202722 U1	May 16, 2002	N/A	020	B01D 053/84

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 20202722U1	N/A	2002DE-2002722	February 19, 2002

INT-CL (IPC): B01D053/84, C02F011/04

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 20202722U

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Device for desulfurizing biogas using microorganisms comprises a settling surface for microorganisms arranged between a gas inlet (11) and a gas outlet (12); and a wetting unit for wetting the settling surface with a liquid containing microorganisms over intervals of time. The biogas flows over the settling surface and the hydrogen sulfide obtained is degraded by the microorganisms.

DETAILED DESCRIPTION - Preferred Features: The wetting unit has a line arranged above the settling surface with outlets for the liquid containing microorganisms.

The wetting unit preferably has an annular line (24) with spraying nozzles (25) which are directed onto the settling surface.

The settling surface completely fills the space between the gas inlet and gas outlet.

The settling surface is formed by a number of settling elements (19) with main axles (21) directed parallel to each other.

The elements are made from a polymeric plastic resistant to sulfur and have bristles (20).

USE - Used in biogas reactors.

ADVANTAGE - The device is easy to operate, can be automated and is reliable.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a cross-section through the desulfurizing device.

Gas inlet 11

Gas outlet 12

Settling elements 19

Bristles 20

Main axles 21

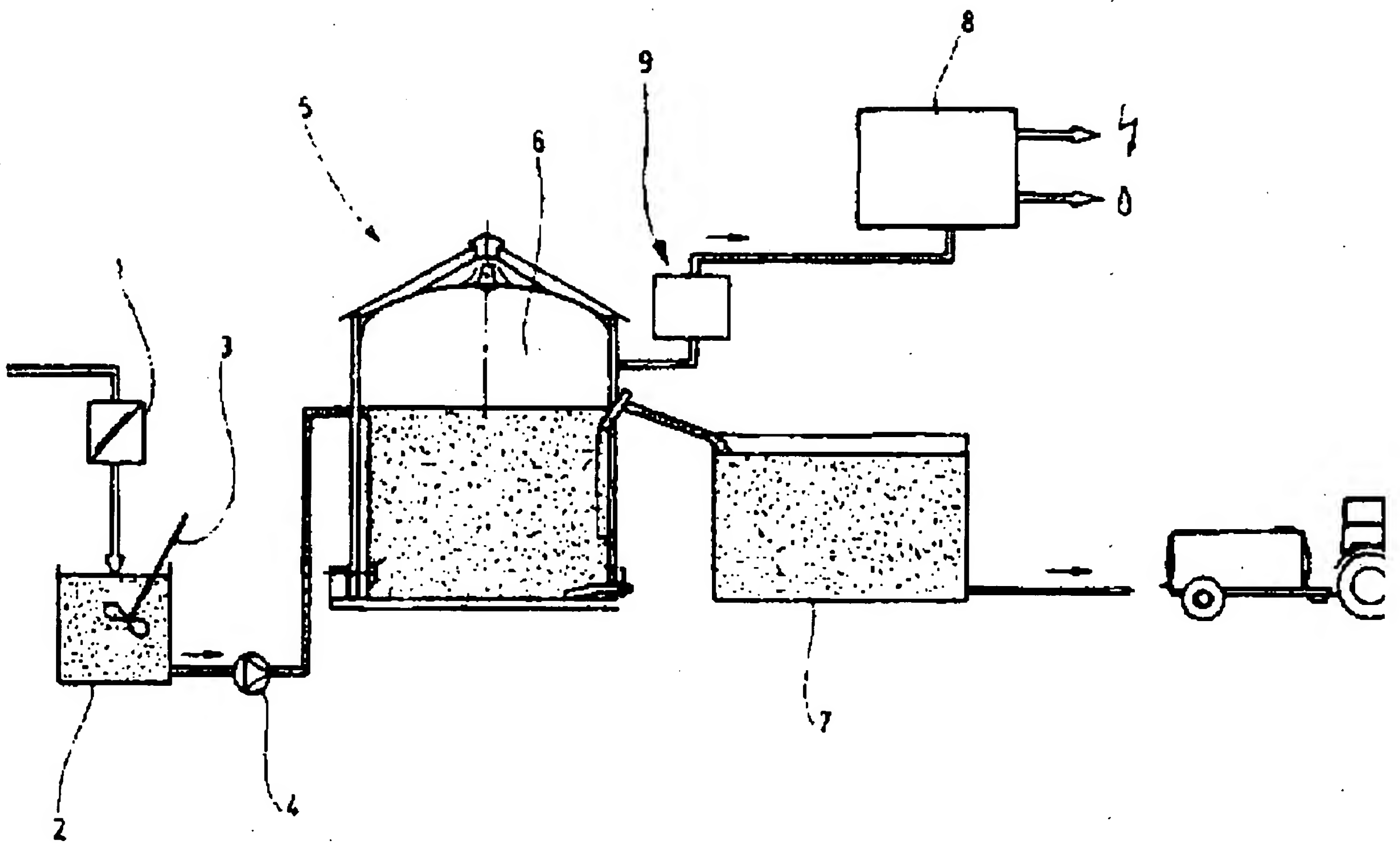
Annular line 24

Spraying nozzles 25

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/5

DERWENT-CLASS: D16 E36 H06 J01

CPI-CODES: D05-A04A; E11-Q02; E31-F01B; H06-A; J01-E02H;



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **G brauchsmust rschrift**
⑩ **DE 202 02 722 U 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 01 D 53/84
C 02 F 11/04

②① Aktenzeichen:	202 02 722.8
②② Anmeldetag:	19. 2. 2002
④⑦ Eintragungstag:	16. 5. 2002
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	20. 6. 2002

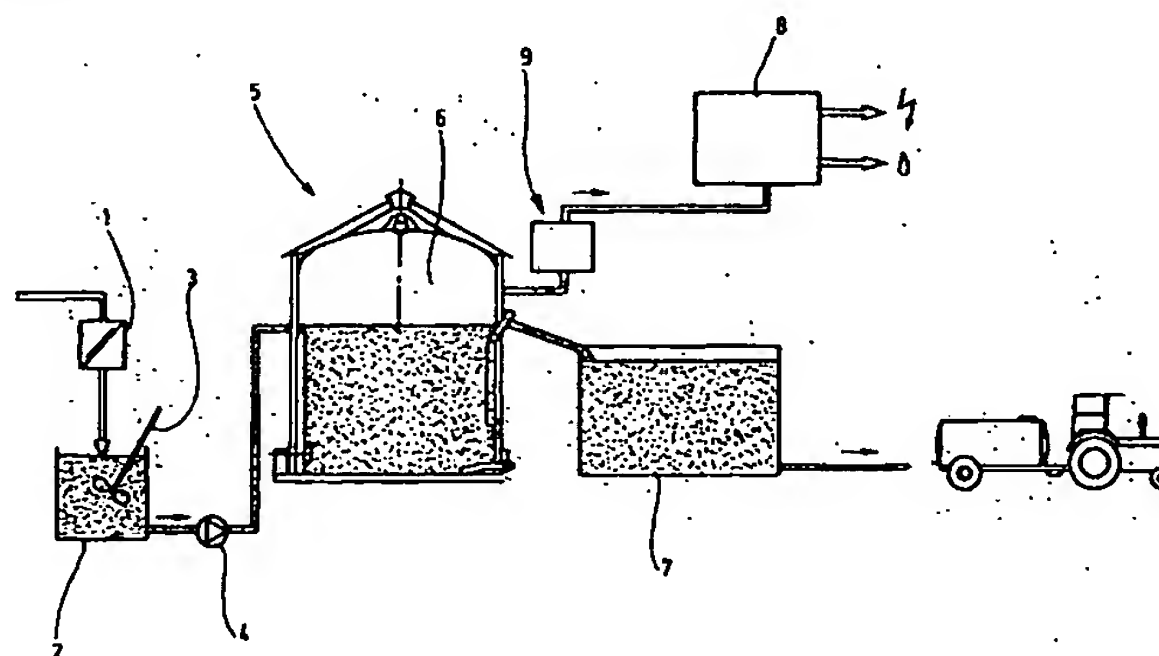
⑥⑥ Innere Priorität:
101 12 241. 1 05. 03. 2001

⑦③ Inhaber:
Lipp GmbH, 73497 Tannhausen, DE

⑦④ Vertreter:
Bartels & Partner, Patentanwälte, 70174 Stuttgart

⑤④ **Vorrichtung zum Entschwefeln von Biogas mit Mikroorganismen**

⑤⑦ Vorrichtung zum Entschwefeln von Biogas mit Mikroorganismen, insbesondere Bakterien, mit einer zwischen einem Gaseinlaß (11) und einem Gasauslaß (12) angeordneten Ansiedelfläche für die Mikroorganismen, die von dem zu entschwefelnden Biogas überstörmbar ist und dabei der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff durch die Mikroorganismen abbaubar ist, und einer Benetzungseinrichtung zum Benetzen der Ansiedelfläche mit einer Mikroorganismen-enthaltenden Flüssigkeit in vorgebbaren Zeitabständen.



DE 202 02 722 U 1

DE 202 02 722 U 1

BARTELS & Partner · Patentanwälte · Lange Straße 51 · D-70174 Stuttgart

Telefon +49 - (0) 7 11 - 22 10 91
Telefax +49 - (0) 7 11 - 2 26 87 80
E-Mail: office@patent-bartels.de

BARTELS, Martin Dipl.-Ing.
CRAZZOLARA, Helmut Dr.-Ing. Dipl.-Ing.

12. Februar 2001/1007

Lipp GmbH, Industriestraße,
D - 73497 Tannhausen

Vorrichtung zum
Entschwefeln von Biogas mit Mikroorganismen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Entschwefeln von Biogas mit Mikroorganismen, insbesondere Bakterien.

Durch anaerobe Fermentation in einem Biogasreaktor werden die organischen Verbindungen, wie beispielsweise in Gülle, Biomasse usw. enthalten, unter bestimmten Bedingungen in Biogas und Bakterienmasse umgewandelt. Biogas ist in der Regel ein Mischgas, das überwiegend aus brennbarem Methan (CH_4) und nicht brennbarem Kohlendioxyd (CO_2) sowie aus Spuren anderer Gase besteht. Unter diesen Spurengasen ist auch Schwefelwasserstoff (H_2S). Bei der Weiterverwendung des Biogases entsteht durch die Verbrennung des Schwefelwasserstoffes unter anderem Schwefeldioxyd, das zu Korrosionsschäden beispielsweise an Motoren oder Leitungsarmaturen führen kann.

Je nach Zusammensetzung des im Biogasreaktor zu faulenden Substrates liegt der Gehalt von Schwefelwasserstoff im Biogas beispielsweise bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen bei etwa 5000 ppm. Gemäß den Anforderungen der meisten Hersteller von sogenannten

Blockheizkraftwerken soll der Gehalt von Schwefelwasserstoff im Biogas den Grenzwert von 150 ppm nicht überschreiten, um Schäden zu vermeiden. Aus diesem Grund muß das Biogas in der Regel entschwefelt werden.

Das hierfür grundsätzlich in Frage kommende sogenannte trockene Entschwefelungsverfahren auf der Basis von Eisenhydroxyd ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) ist wegen hoher Anschaffungskosten, hoher Betriebskosten sowie dem hohen Aufwand für die Regeneration des eingesetzten Materials jedenfalls in landwirtschaftlichen Biogasanlagen bisher kaum zum Einsatz gekommen.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Vorrichtung zum Entschwefeln von Biogas bereitzustellen, welche die Nachteile des Standes der Technik überwindet, insbesondere kostengünstig in der Herstellung und im Betrieb ist und dennoch einen hohen Wirkungsgrad beim Entschwefeln aufweist. Vorzugsweise soll die Vorrichtung darüber hinaus einfach bedienbar sein, insbesondere weitgehend automatisierbar sein, dauerhaft zuverlässig betreibbar sein, und einfach zu entsorgende Abfallstoffe hervorbringen.

Die Erfindung ist durch die im Hauptanspruch bestimmte Vorrichtung gelöst. Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in den Unteransprüchen bestimmt.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Entschwefeln von Biogas mit Mikroorganismen, insbesondere Bakterien, bei der eine Ansiedelfläche für die Mikroorganismen zwischen einem Gaseinlaß und einem Gasauslaß angeordnet ist und von dem zu entschwefelnden Biogas überströmt wird und dabei der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff durch die

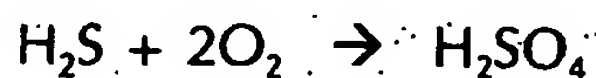
Mikroorganismen abgebaut wird, und bei dem in vorgebbaren Zeitabständen die Ansiedelfläche mit einer Mikroorganismen-enthaltenden Flüssigkeit benetzt wird.

Die den im Biogas enthaltenen Schwefelwasserstoff abbauenden Mikroorganismen bzw. Bakterien finden sich beispielsweise in der ausgefaulten Gülle, die in dem eigentlichen Biogas-Reaktor durch anaerobe Prozesse entstanden ist, oder in Klärschlamm. Insbesondere die in landwirtschaftlichen Biogas-Reaktoren durch die anaeroben Prozesse entstehenden Mikroorganismen sind zum Entschwefeln des Biogases in dem Entschwefel-Reaktor geeignet. Sie liegen in flüssiger Lösung oder in einem Flüssigkeits/Feststoff-Gemisch vor, das vorzugsweise auf die Ansiedelfläche gesprüht wird. Das Benetzen mit Mikroorganismen-enthaltender Flüssigkeit erfolgt verhältnismäßig häufig, beispielsweise mehrmals täglich.

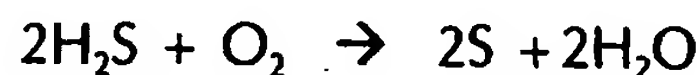
Außerdem wird die Ansiedelfläche in größeren Zeitabständen, beispielsweise einmal wöchentlich, mit einer Flüssigkeit benetzt, die Nährstoffe für die Mikroorganismen enthält, insbesondere mit Frischgülle, wie sie auch für den Einsatz im Biogas-Reaktor verwendet wird. Die Flüssigkeit wird auch dazu verwendet, den pH-Wert der in dem Entschwefel-Reaktor eingesetzten Flüssigkeit einzustellen. Insbesondere weist die Frischgülle beispielsweise typische pH-Werte zwischen 7 und 8 auf, während durch den Abbau des Schwefelwasserstoffes und insbesondere durch den entstehenden elementaren Schwefel bzw. das Sulfat der pH-Wert der in dem Entschwefel-Reaktor enthaltenen Flüssigkeit absinkt. Durch Zugabe der Frischgülle kann der pH-Wert in dem für das Verfahren günstigen Bereich zwischen 6,5 und 8, insbesondere zwischen 6,5 und 7,5 eingestellt werden.

Die in einem Auffangraum des Reaktors gesammelte Flüssigkeit wird durch eine Heizeinrichtung, insbesondere einen Wärmetauscher, temperiert, beispielsweise auf einen Wert oberhalb 20° Celsius. Gute Ergebnisse lassen sich beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 28 und 37° Celsius erzielen. Die Feuchtigkeit im Reaktor sollte möglichst hoch sein, insbesondere mehr als 75 % relative Luftfeuchte betragen, vorzugsweise annähernd 100 %. Temperatur, Feuchtigkeit und/oder der pH-Wert der Flüssigkeit werden im Reaktor gemessen und mittels der Heizeinrichtung, durch Benetzen der Ansiedelfläche und/oder durch Zuführen von Frischgülle eingestellt.

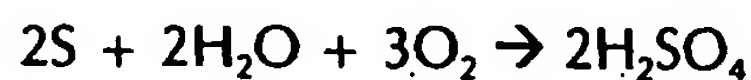
Die Zugabe von Sauerstoff in den Reaktor fördert den Entschwefelprozeß. Hierzu wird vorzugsweise dem aus dem Biogas-Reaktor entnommenen Biogas Sauerstoff zugeführt, insbesondere durch Zugabe von Umgebungsluft. Durch die Mikroorganismen wird der Schwefelwasserstoff durch Oxidation gemäß der Reaktion



direkt in Sulfat umgewandelt, oder gemäß



zunächst in elementaren Schwefel und anschließend gemäß



in Sulfat umgewandelt. Das Sulfat lagert sich jedenfalls zum Teil auch an der Ansiedelfläche an und behindert dadurch den weiteren Entschwefelprozeß. Zu diesem Zweck wird die Ansiedelfläche in vorgebbaren Zeitabständen abgespült, vorzugsweise durch das Benetzen der Ansiedelfläche mit die Mikroorganismen-enthaltender Flüssigkeit und/oder Frischgülle.

Die Benetzungseinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist vorzugsweise eine oberhalb der Ansiedelfläche angeordnete Leitung mit Austrittsöffnungen für die Mikroorganismen-enthaltende Flüssigkeit auf. Das Benetzen erfolgt einerseits durch Besprühen und andererseits durch Abtropfen der Flüssigkeit von oben nach unten infolge der Gravitation. Der Gaseinlaß ist dabei vorzugsweise unterhalb oder jedenfalls im unteren Bereich der Ansiedelfläche, wobei das einströmende Gas aufgrund einer Druckdifferenz zwischen Gaseinlaß und Gasauslaß und/oder infolge Konvektion von unten nach oben strömt und dabei die Ansiedelfläche überstreicht. Der Gasauslaß ist vorzugsweise oberhalb oder jedenfalls im oberen Bereich der Ansiedelfläche angeordnet. Die Ansiedelfläche füllt dabei den Raum zwischen Gaseinlaß und Gasauslaß, jedenfalls mindestens bereichsweise vollständig aus, so das gewährleistet ist, dass der Gasstrom zwischen Gaseinlaß und Gasauslaß die Ansiedelfläche überströmt.

Vorzugsweise ist die Ansiedelfläche durch eine Vielzahl von Ansiedelelementen gebildet, die büstenartig mit einer Vielzahl von Borsten ausgebildet sind, wobei die Borsten vorzugsweise lappenartig mit einer großen Oberfläche ausgebildet sind. Bürsten und Borsten sind aus einem gegen Schwefel resistenten Werkstoff hergestellt, beispielsweise Polyvinylchlorid (PVC) oder Polypropylen (PP).

Der unterhalb der Ansiedelfläche angeordnete Auffangraum ist über eine Pumpeinrichtung mit dem oberhalb der Ansiedelfläche angeordneten Teil der Benetzungseinrichtung verbunden. Der Gaseintritt und/oder der Gasaustritt erfolgen vorzugsweise kontinuierlich. Dagegen erfolgt das Umpumpen der Flüssigkeit aus dem Auffangraum in die Benetzungseinrichtung vorzugsweise intermittierend, beispielsweise einmal stündlich für wenige Minuten.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung offenbarten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Fig. 1 zeigt eine Biogasanlage nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch den Entschwefel-Reaktor in Seitenansicht,

Fig. 3 zeigt einen Teil der Benetzungseinrichtung,

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf die Ansiedelelemente, und

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf die Gaszufuhr und Gasentnahme im oberen Bereich des Entschwefel-Reaktors.

Die Fig. 1 zeigt eine landwirtschaftliche Biogasanlage nach dem Stand der Technik. Dabei wird zunächst das Rohsubstrat einem Zerkleinerer 1

zugeführt, anschließend in eine Vorgrube 2 eingeleitet, in der die Frischgülle mittels eines Rührwerks 3 pumpfähig gemacht oder gehalten wird. Anschließend wird mittels der Pumpe 4 die Frischgülle in den eigentlichen Biogasreaktor 5 geleitet, in dem ein anaerober Prozeß stattfindet und sich das entstehende Biogas in dem Gasraum 6 ansammelt. Die ausgefaulte Gülle wird in einem Lagerbehälter 7 gesammelt und kann von dem Lagerbehälter 7 entnommen werden und beispielsweise als Dünger auf landwirtschaftliche Nutzflächen verbracht werden. Das Biogas wird dem Gasraum 6 entnommen und einem Blockheizkraftwerk 8 zugeführt, das Wärme und elektrische Energie liefert. Für viele Anwendungen ist es erforderlich, zwischen dem Biogasreaktor 5 und dem nur beispielhaft dargestellten Blockheizkraftwerk 8 eine in der Fig. 1 nur schematisch dargestellte Entschwefel-Vorrichtung bzw. einen Entschwefel-Reaktor 9 anzuordnen.

Die Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Entschwefel-Vorrichtung bzw. -Reaktor 9 in der Seitenansicht. Der Reaktor 9 ist im wesentlichen zylindrisch, insbesondere kreiszylindrisch, und gegenüber der Umgebung abgedichtet. Insbesondere ist der Reaktor 9 mit einem Deckel 10 verschlossen, der dichte Durchführungen für den Gaseinlaß 11, den Gasauslaß 12 und die Zufuhr 13 der Benetzungseinrichtung aufweist. Im unteren Bereich bildet der Reaktor 9 einen Auffangraum 14 für die im Reaktor 9 befindliche Flüssigkeit. Im Auffangraum 14 ist eine Heizeinrichtung in Form eines wärmetauschenden Schlauches 15 angeordnet, der über dichte Durchführungen 16 von außen beispielsweise mit Heizwasser oder Heizdampf gespeist wird. Die Wärme kann dabei vom Blockheizkraftwerk 8 stammen, insbesondere von dessen Abwärme.

Weiterhin ist dem Auffangraum 14 über eine entsprechende dichte Durchführung die temperierte Flüssigkeit über eine Entnahmeleitung 17 entnehmbar, die Teil der Benetzungseinrichtung ist. Außerdem weist der Reaktor 9 nahe dem oberen Rand des Auffangraums 14 eine dichte Durchführung für einen Überlauf 18 auf, der im Inneren des Auffangraums 14 bis nahe zu dessen unterem Ende abgebogen ist. Der Überlauf 18 weist außerhalb des Auffangraums 14 einen siphonartig gebogenen Anschluß auf, über den die verbrauchte und insbesondere Sulfat-haltige Flüssigkeit aus dem Reaktor 9 entnehmbar ist, insbesondere abpumpbar ist.

Der eigentliche Reaktionsraum zum Entschwefeln ist von einer Vielzahl von bürstenartigen Ansiedelelementen 19 durchsetzt, deren Hauptachsen im wesentlichen parallel zueinander und vorzugsweise in der vertikalen ausgerichtet sind. Jedes Ansiedelelement 19 weist eine Vielzahl von lappenartigen und eine große Oberfläche bereitstellenden Borsten 20 auf, die im wesentlichen radial von der jeweiligen Hauptachse 21 abstehen und infolge der Gravitation nach unten hängen. Die Ansiedelelemente 19 sind an ihrem unteren Ende in einem den eigentlichen Reaktionsraum von dem Auffangraum 14 trennenden ersten Lochgitter 22, und an ihrem oberen Ende an entsprechend gitterartig angeordneten Stäben oder einem zweiten Lochgitter 23 festgelegt. Oberhalb der Ansiedelelemente 19 ist als Teil der Benetzungseinrichtung eine Ringleitung 24 angeordnet, die von der Zufuhr 13 gespeist wird. Wie in der Fig. 5 dargestellt, weist die Ringleitung 24 in vorzugsweise gleichen Abständen auf die Ansiedelelemente 19 gerichtete Sprühdüsen 25 auf. Verlauf und insbesondere Durchmesser der Ringleitung 24 sind an die Geometrie des Reaktors 9 derart angepaßt, dass eine möglichst gleichmäßige Benetzung der Ansiedelelemente 19 erfolgt. Die Flüssigkeit tropft infolge Gravitation von oben nach unten und benetzt daher die Ansiedelelemente 19 großflächig. Die Lappen oder Fäden der

Ansiedelelemente 19 können abgewinkelt, aufgerauht und/oder porös sein, um eine möglichst große Oberfläche als Ansiedelfläche bereitzustellen.

Der Gaseinlaß 11 weist innerhalb des Reaktors 9 ein Leitungsrohr 26 auf, in dem das zu entschwefelnde Biogas zum unteren Ende der Ansiedelelemente 19 geführt wird und erst in diesem Bereich in den Reaktor 9 eintritt. Das Biogas strömt anschließend infolge Konvektion, unterschiedlicher Gasdichten und/oder einer Druckdifferenz zwischen Gaseinlaß 11 und Gasauslaß 12 von unten nach oben an der Ansiedelfläche der Ansiedelelemente 19 vorbei, wobei die Entschwefelung erfolgt. Die Verweildauer des Gases im Reaktor 9 kann beispielsweise durch die Anordnung der Ansiedelelemente 19 und/oder durch die einstellbare Druckdifferenz zwischen Gaseinlaß 11 und Gasauslaß 12 geregelt werden. Üblicherweise herrscht im Reaktor 9 ein geringer Überdruck gegenüber Atmosphäre, beispielsweise von weniger als 50 hPa.

Temperatur, Feuchtigkeit und/oder Druck im Reaktor 9 können beispielsweise über einen entsprechenden Meßwertaufnehmer 27 gemessen werden und dessen Signal an eine zentrale Steuerungseinrichtung weitergeleitet wird. In entsprechender Weise wird die Temperatur und/oder der pH-Wert der Flüssigkeit im Auffangraum 14 gemessen. Die in die Aussenhülle des Reaktors 9 eingeprägten und ringförmig umlaufenden Sicken 28 dienen ebenfalls dazu, dass das aufströmende Biogas gezwungen ist, die Ansiedelfläche zu überströmen. Vorteilhaft ist, dass der Gasstrom im Reaktor von unten nach oben erfolgt und damit in Gegenrichtung zur von oben nach unten strömenden Flüssigkeit.

In der Leitung zum Gaseinlaß 11 wird dem zu entschwefelnden Biogas vorzugsweise kontinuierlich oder in vorgebbaren Zeitabständen Sauerstoff

zugeführt, insbesondere durch Zugabe von Umgebungsluft. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird beispielsweise der Volumenstrom des Biogases durch einen entsprechenden Strömungsmesser 35 ermittelt, und von einer Steuereinheit 36 ausgewertet. Die Steuereinheit 36 steuert eine Luftpumpe 37, gegebenenfalls auch nur ein einfaches Lufteinlaßventil, durch die das zu entschwefelnde Biogas mit Umgebungsluft angereichert wird.

Die Fig. 3 zeigt einen sich an die Darstellung der Fig. 2 an der linken Bildseite anschließenden Teil der Benetzungseinrichtung. Am rechten Bildrand der Fig. 3 ist noch ein Teil des Reaktors 9 bzw. ein Ansiedelelement 19 dargestellt. Über einen gegebenenfalls von einer zentralen Steuereinrichtung motorisch steuerbaren ersten Absperrhahn 29 kann Flüssigkeit aus dem Auffangraum 14 entnommen werden und mittels einer Umwälzpumpe 30 der Ringleitung 24 (Fig. 2) zugeführt werden. Die Umwälzpumpe 30 ist dabei von der zentralen Steuereinrichtung und/oder von einer Zeitschaltuhr 31 über ein Relais 32 gesteuert. Vor der Umwälzpumpe 30 ist ein vorzugsweise regenerierbarer, beispielsweise rückspülbarer oder auswaschbarer Filter 33 in die Leitung geschaltet. Dadurch soll ein unerwünschter Eintrag von Feststoffen in den Reaktor 9 und insbesondere ein Verstopfen der Sprühdüsen 25 verhindert werden.

Über einen zweiten und gegebenenfalls von der zentralen Steuereinrichtung steuerbaren Absperrhahn 34 können dem Reaktor 9 Nährstoffe für die Mikroorganismen, insbesondere Frischgülle zugeführt werden. Dies erfolgt in verhältnismäßig großen zeitlichen Abständen, beispielsweise einmal pro Woche. Demgegenüber erfolgt das Umpumpen der im Auffangraum 14 befindlichen Flüssigkeit in kürzeren Zeitabständen, beispielsweise einmal pro Stunde für 2 bis 10 Minuten. Darüber hinaus

wird bei Unterschreiten des pH-Wertes der Flüssigkeit im Auffangraum 14 unter einen vorgebbaren Wert, beispielsweise zwischen 6 und 6,5, Frischgülle in ausreichender Menge zugeführt, um den pH-Wert wieder auf einen Wert von beispielsweise 7 bis 7,5 einzustellen. Das Absinken des pH-Wertes ist eine Folge der Schwefelanreicherung in der Flüssigkeit im Auffangraum 14 bzw. auf den Ansiedelelementen 19. Neben dem Abspülen des Sulfats von den Ansiedelflächen, insbesondere durch das Besprühen der Ansiedelelemente 19, können die Ansiedelelemente 19 auch in relativ großen zeitlichen Abständen gereinigt werden, beispielsweise durch Wasser, gegebenenfalls versetzt mit einer Reinigungsflüssigkeit. Hierzu können die Ansiedelelemente 19 auch aus dem Reaktor 9 entnommen werden und gegebenenfalls durch neue Ansiedelelemente 19 ersetzt werden.

Die Fig. 4 zeigt die Draufsicht auf die Anordnung der Ansiedelelemente 19 im Reaktor 9. Wie aus der Darstellung nur zum Teil erkennbar, berühren sich die Borsten benachbarter Ansiedelelemente 19 oder greifen sogar ineinander ein. Wesentlich ist, dass das zu entschwefelnde Biogas an einer möglichst großen Oberfläche der Ansiedelelemente 19 vorbei strömt. Gegebenenfalls können die einzelnen Ansiedelelemente 19 auch nicht wie im dargestellten Ausführungsbeispiel eine kreiszylindrische Außenumfangsfläche aufweisen, sondern beispielsweise eine sechseckig-wabenförmige zylindrische Außenumfangsfläche und/oder miteinander korrespondierende konische Außenumfangsflächen aufweisen.

Die Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf den oberen Bereich des Reaktors 9 mit den Öffnungen für den Gaseintritt 11 und den Gasaustritt 12. Neben einer zentralen Öffnung für den Gaseintritt 11 bzw. die Gaszufuhr sind weitere Öffnungen für den Gaseintritt 11 auf einer zum Außenumfang des Reaktors

9 konzentrischen Kreislinie angeordnet. Im vorliegenden Fall sind insgesamt sechs weitere Öffnungen für den Gaseintritt 11 vorgesehen, jeweils in einem Winkelabstand von 60° .

Etwas exzentrisch ist eine erste Öffnung für den Gasaustritt 12 bzw. die Gasentnahme vorgesehen. Weitere Öffnungen für den Gasaustritt 12 sind auf einer ebenfalls konzentrischen Kreislinie angeordnet, im dargestellten Ausführungsbeispiel weitere drei Öffnungen im Winkelabstand von jeweils 120° . Die Öffnungen für den Gasaustritt 12 sind dabei näher am Rand des Reaktors 9 angeordnet als die Öffnungen für den Gaseintritt 11. Der Gasaustritt 12 könnte grundsätzlich auch über eine einzige Öffnung erfolgen. Demgegenüber ist eine möglichst gleichmäßig verteilte Gaszufuhr in den Reaktor 9 vorteilhaft, weil dadurch ein gleichmäßiges Überströmen der im Reaktor 9 befindlichen Ansiedelfläche gewährleistet ist. Die Ringleitung 24 ist in Bezug auf den Umfang des Reaktors 9 ebenfalls konzentrisch angeordnet, wobei der Durchmesser der Ringleitung 24 vorzugsweise etwas geringer ist, als der Durchmesser der Kreislinie der Öffnungen für den Gaseintritt 11.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung läßt sich mit geringen Anschaffungs- und Betriebskosten ein hoher Entschwefelungsgrad erreichen. Bei Bedarf können mehrere der erfindungsgemäßen Vorrichtungen modulartig hintereinander oder parallel geschaltet werden. In einem typischen Ausführungsbeispiel weist der Reaktor 9 beispielsweise ein Volumen von etwa 1 bis 5 m^3 auf, insbesondere 3 m^3 . Der im wesentlichen kreiszylindrische Reaktor 9 hat beispielsweise einen Durchmesser von etwa 1,50 m bei einer Höhe von etwa 2 m. Ein solcher Reaktor 9 ist ausreichend zum Entschwefeln von etwa 500 m^3 Biogas pro Tag. Besonders vorteilhaft an der Erfindung ist, dass

keine Reststoffe der Entsorgung entstehen und insbesondere keine chemischen Zusatzstoffe zum Entschwefeln erforderlich sind. Dadurch ergibt sich nicht nur ein geringer Betriebsaufwand, sondern auch die Vermeidung jedweder Umweltbelastung. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann insbesondere automatisch gesteuert und betreibbar sein und ist mit einfachen Mitteln in kurzer Zeit herstellbar bzw. aufstellbar. Zum Entschwefeln des Biogases aus einer landwirtschaftlichen Biogasanlage werden dabei die Mikroorganismen bzw. Bakterien verwendet, die in der Biogasanlage durch die anaeroben Prozesse entstanden und in der ausgefaulten Gülle enthalten sind.

~~Patent~~ansprüche

1. Vorrichtung zum Entschwefeln von Biogas mit Mikroorganismen, insbesondere Bakterien, mit einer zwischen einem Gaseinlaß (11) und einem Gasauslaß (12) angeordneten Ansiedelfläche für die Mikroorganismen, die von dem zu entschwefelnden Biogas überstörmbar ist und dabei der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff durch die Mikroorganismen abbaubar ist, und einer Benetzungseinrichtung zum Benetzen der Ansiedelfläche mit einer Mikroorganismen-enthaltenden Flüssigkeit in vorgebbaren Zeitabständen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Benetzungseinrichtung eine oberhalb der Ansiedelfläche angeordnete Leitung mit Austrittsöffnungen für die Mikroorganismen-enthaltende Flüssigkeit aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Benetzungseinrichtung eine Ringleitung (24) mit auf die Ansiedelfläche gerichteten Sprühdüsen (25) aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansiedelfläche den Raum zwischen Gaseinlaß (11) und Gasauslaß (12) mindestens bereichsweise vollständig ausfüllt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansiedelfläche durch eine Vielzahl von

Ansiedelelementen (19) gebildet ist, deren Hauptachsen 21 im wesentlichen parallel zu einander und vorzugsweise in der Vertikalen ausgerichtet sind.

- 5 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansiedelelemente bürstenartig mit einer Vielzahl von Borsten (20) ausgebildet sind, die von der Hauptachse (21) im wesentlichen radial abstehen und vorzugsweise lappenartig mit einer großen Oberfläche ausgebildet sind.
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansiedelelemente (19) aus einem gegen Schwefel resistenten Werkstoff bestehen, insbesondere einem Polymerkunststoff.
- 15 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb der Ansiedelfläche ein Auffangraum (14) für die von der Ansiedelfläche abtropfende Flüssigkeit angeordnet ist, die im Auffangraum (14) temperierbar ist.
- 20 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Benetzungseinrichtung weiterhin eine Pumpe (30) aufweist, mit der aus dem Auffangraum (14) Flüssigkeit entnehmbar ist und damit die Ansiedelfläche benetzbar ist.
- 25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels mindestens einer Meßeinrichtung (27) die Temperatur, Feuchtigkeit und/oder der pH-Wert im Reaktor (9) meßbar ist.

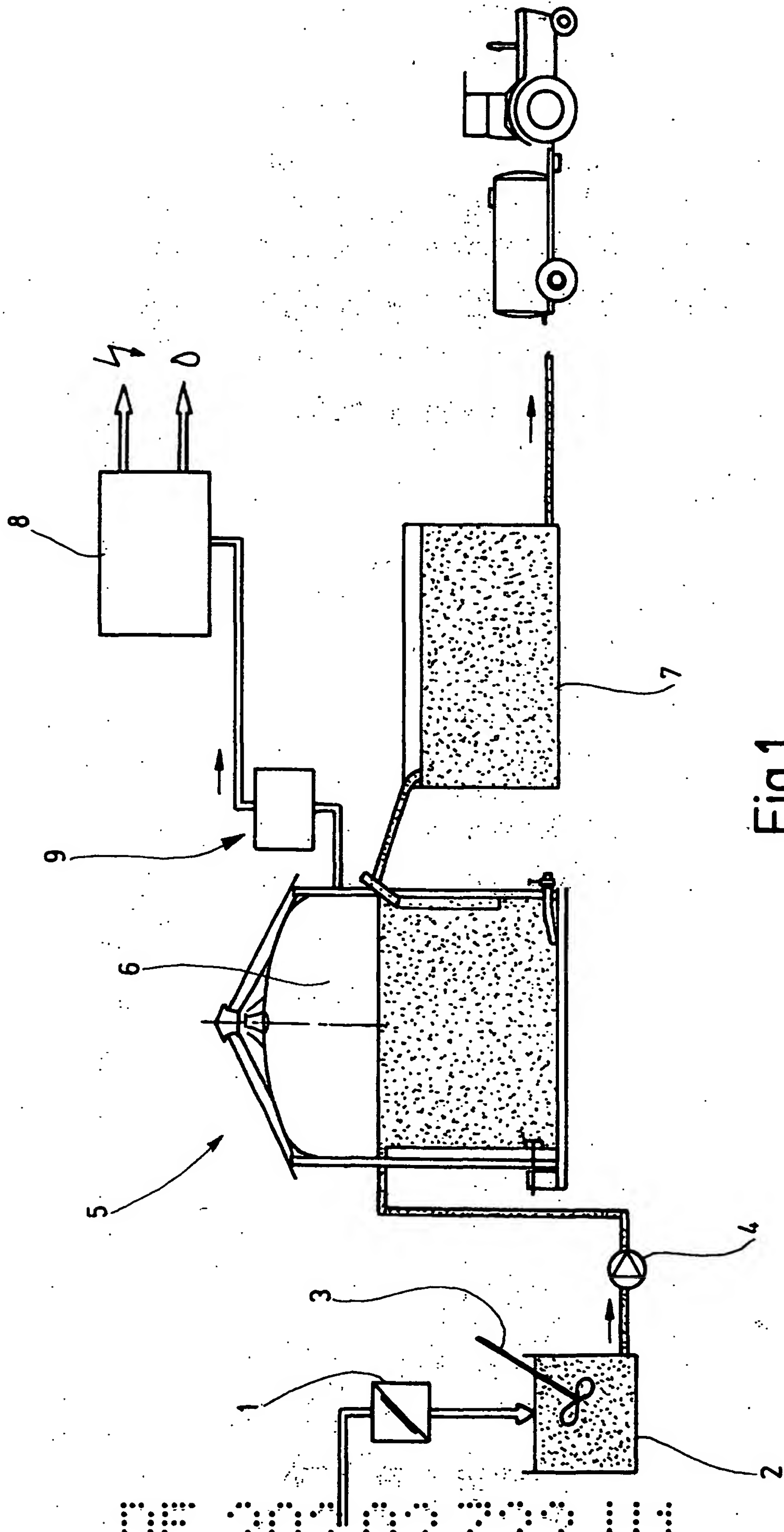


Fig.1

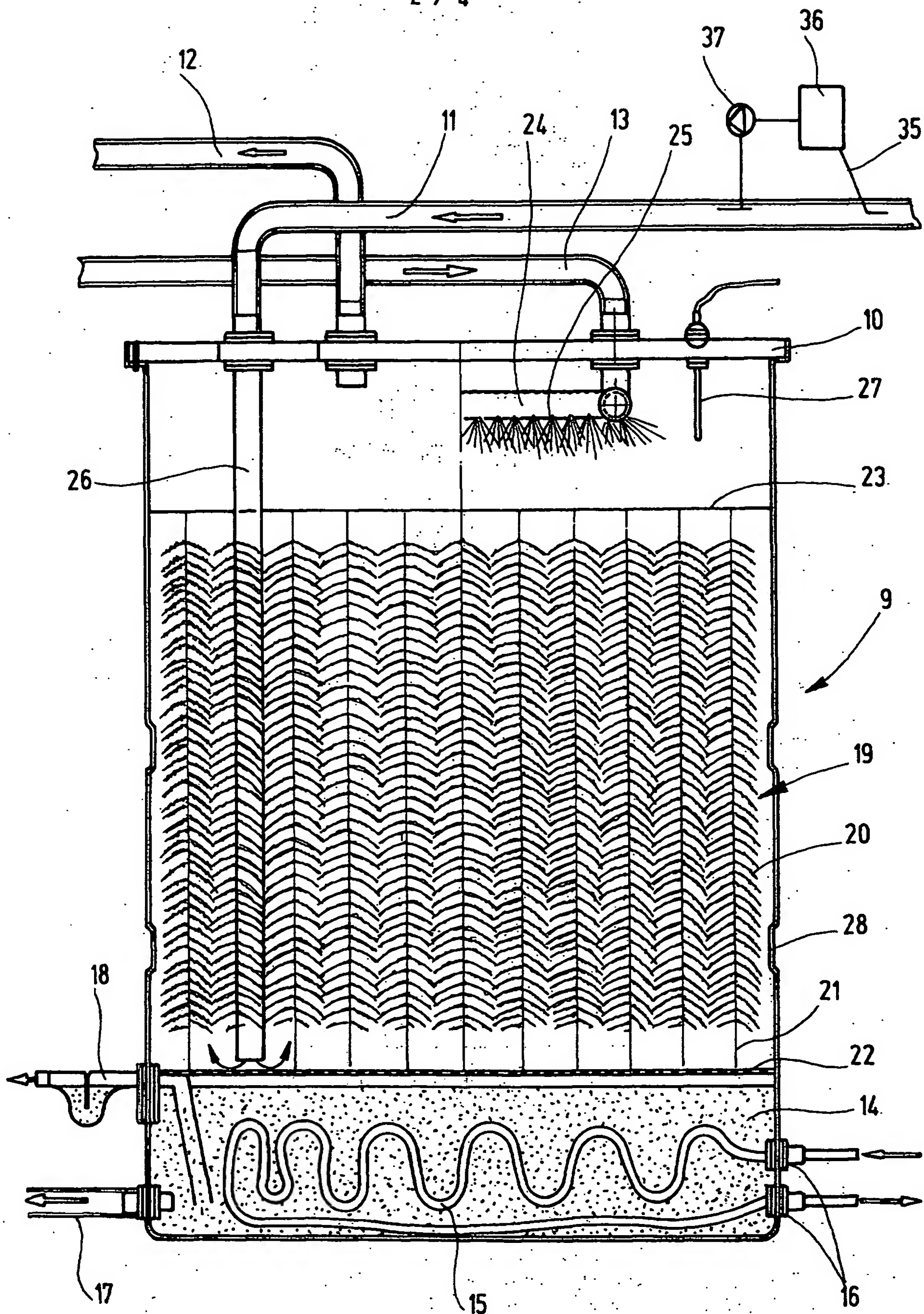


Fig.2

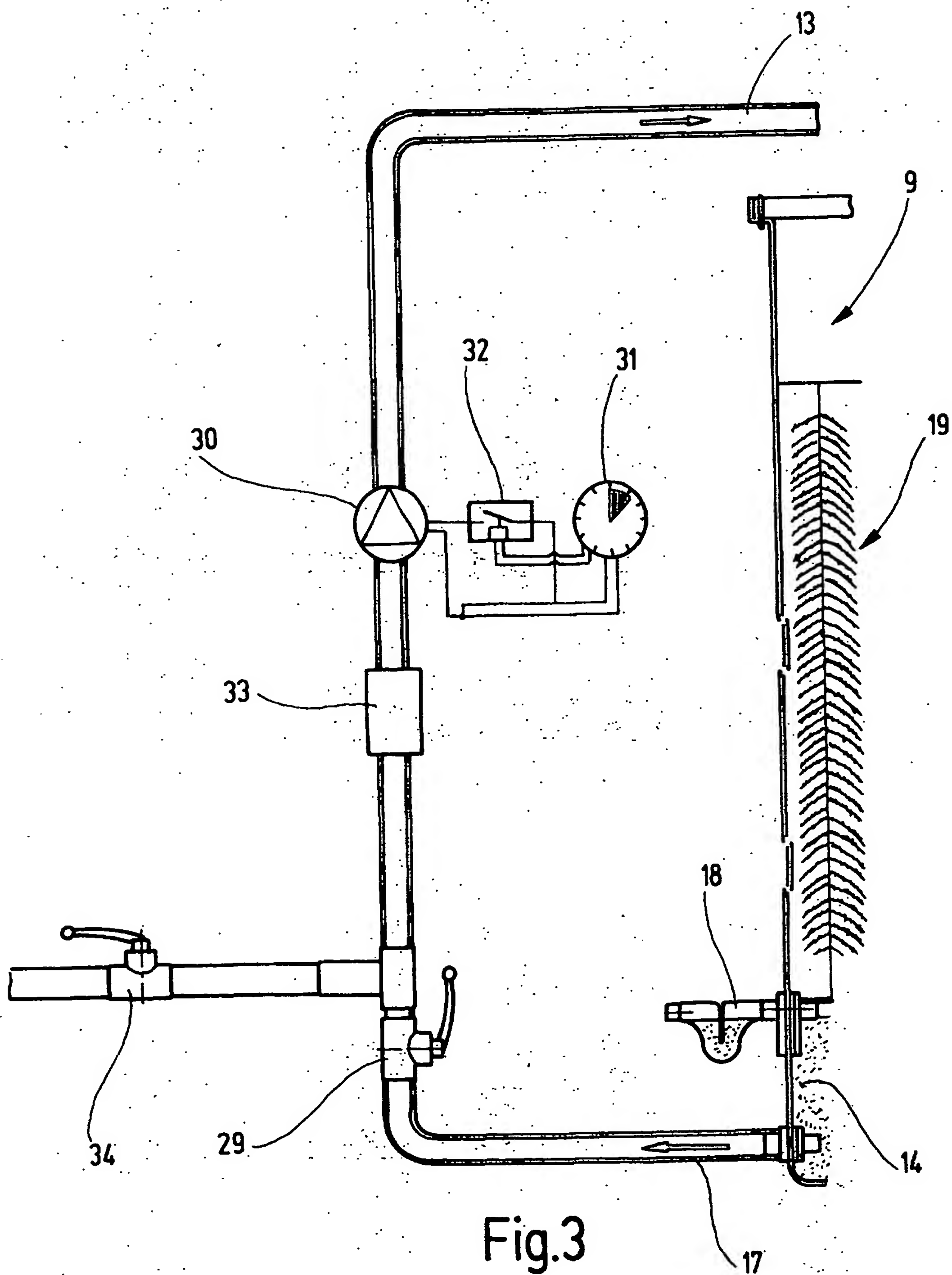


Fig.3

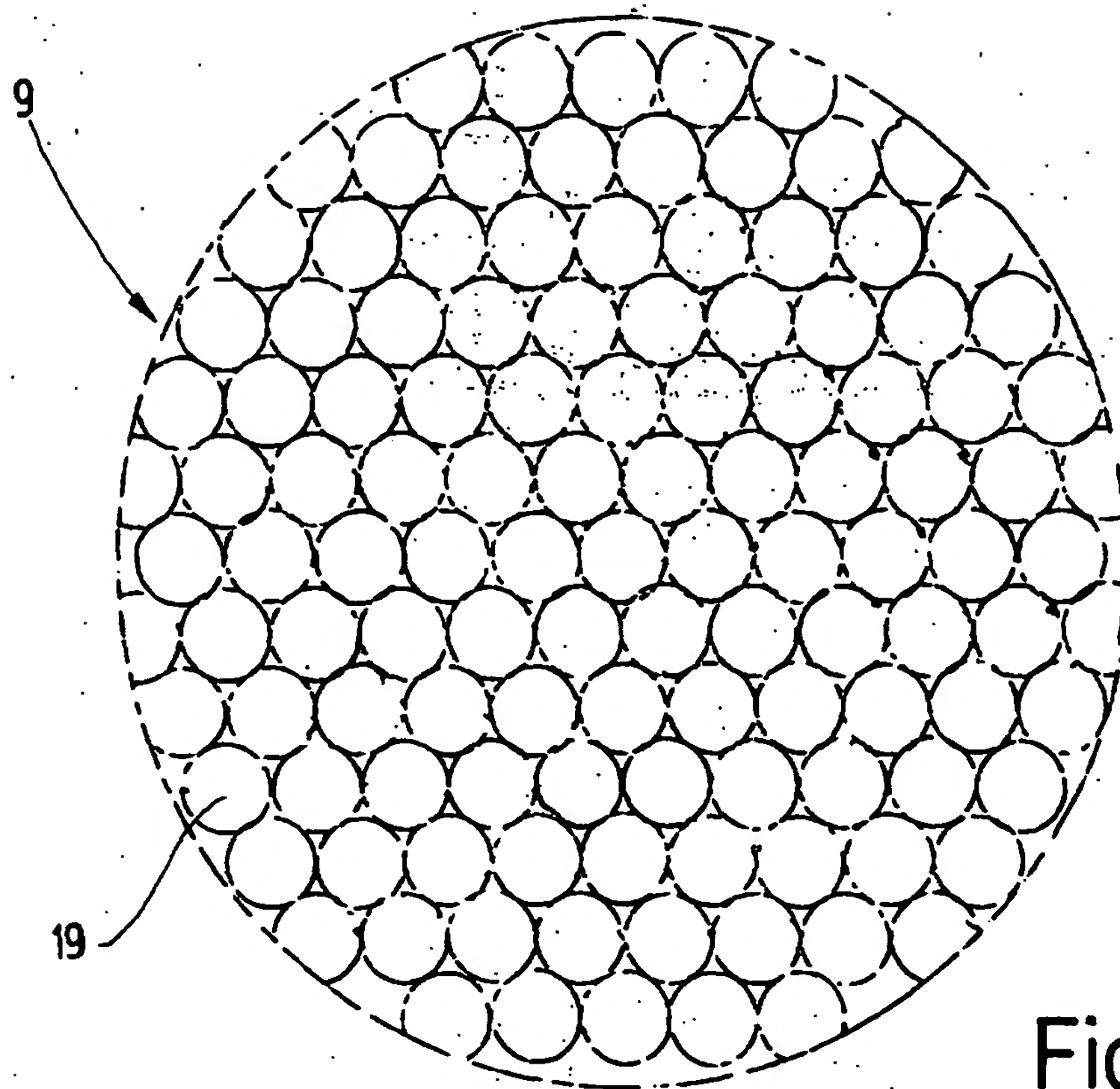


Fig. 4

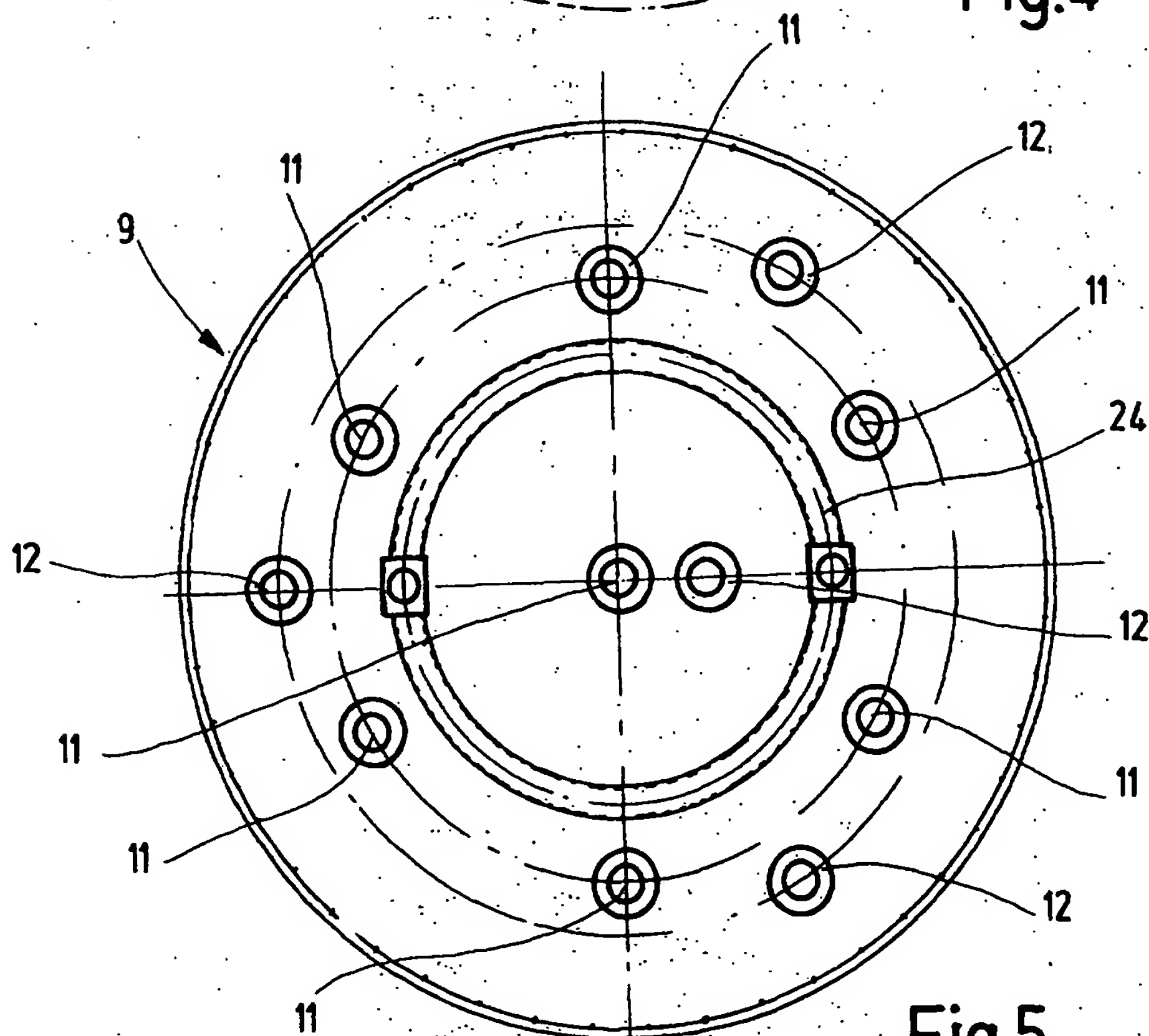


Fig. 5